

Endogenes Wachstum, gleichgewichtige Arbeitslosigkeit und persistente Konjunkturzyklen

Michael C. Burda
Humboldt-Universität zu Berlin
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Spandauer Str. 1
10178 Berlin
und CEPR

Mark Weder*
Humboldt-Universität zu Berlin
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Spandauer Str. 1
10178 Berlin

18. Dezember 1998

* Die Autoren danken Jess Benhabib, Wolfgang Franz und Joachim Möller und den Teilnehmern des 28. Wirtschaftswissenschaftlichen Seminars Otto Beuren für hilfreiche Kommentare und Frau Claudia Keidel für wertvolle redaktionelle Hilfe. Der zweite Autor möchte der *Deutschen Forschungsgemeinschaft* für finanzielle Unterstützung sowie den Economics Departments von NYU und UCLA für ihre Gastfreundschaft danken. Dieses Projekt entstand im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 373 "Quantifikation und Simulation wirtschaftlicher Prozesse."

1. Einleitung

"I think it is fairly clear that there is nothing in the behavior of observed economic time series which precludes ordering them in equilibrium terms, and enough theoretical examples exist to lend confidence to the hope that this can be done in an explicit and rigorous way. To date, however, no equilibrium model has been developed which meets these standards. My own guess would be that success in this sense is five, but not twenty-five years off." Lucas [1977, 234]

Selbst wenn vorangehende Aussage von Robert Lucas 1977 stark von der Hybris des Zeitgeistes beeinflusst sein mag, führen uns doch die jüngsten Fortschritte auf dem Gebiet der dynamischen Gleichgewichtstheorie immer näher zur Erfüllung seiner damals mutigen Prophezeiung. In diesem Papier wird der von Prescott, King und anderen als *quantitative economic theory* bezeichnete Ansatz zur Konjunkturforschung verwendet, um Zusammenhänge zwischen Wachstum und Zyklus auf den Grund zu gehen. Dieser Beitrag wird sich gewiß dadurch als Gegenpol zu vielen anderen Papieren dieses Sammelbandes abheben, die eher in einer traditionellen *ad hoc* Modellierung bzw. Schätzung von makroökonomischen Sachverhalten verblieben sind. Ohne zu der Frage der Überlegenheit der einen oder der anderen Vorgehensweise Stellung zu nehmen, sind die Vorteile einer spärlichen, in sich mikroökonomisch konsistenten Modellierung gerade für diesen Nexus Konjunktur und Wachstum schwer von der Hand zu weisen.

Der *quantitative economic theory* folgend, gilt als oberstes Auswahlkriterium für Modelle ihre Fähigkeit mit möglichst wenig expliziten Freiheitsgraden (Parametern) und intra- sowie intertemporal konsistenten Gleichgewichtsbedingungen, die zentralen konjunkturellen Regelmäßigkeiten zu reproduzieren. Hierunter sind in erster Linie die relativen Standardabweichungen, Autokorrelationen sowie Koinzidenz/Korrelationen in den aggregierten Daten zu verstehen, wobei immer häufiger die ganze Spektraldichtematrix zur Diskussion steht. In der Regel werden Modelle eher *kalibriert und simuliert* als mit Hilfe von ökonometrischen Methoden geschätzt. Vor allem werden die zu modellierenden Zeitreihendaten selten zu Rate gezogen (Kydland und Prescott, 1996), gleichwohl wird eine Schätzung über simulierte Realisierungen (*methods of moments*) zunehmend *en vogue*.¹ Zwar wurde zu Beginn die Forschung auf die *Real Business Cycle* (RBC) Theorie beschränkt, indes hat die Forschungsstrategie in der Tat Anwendung in Modellen mit Geld und Kredit gefunden, sowie in solchen in denen Fluktuationen von Sonnenflecken verursacht werden.²

Trotz der weit vorangetriebenen Verbreitung der modernen Makroökonomie bleibt es nach wie vor schwierig, die Outputpersistenz, jenem wichtigsten stilisierten Konjunkturfakt - welcher Lucas (1977) zu dem Schluß führte, daß "business cycles are all alike" - mit einem glaubwürdigen Modell zu reproduzieren. Diese Schlüsselregularität besteht in dem trägen Verhalten der Ökonomien, die sich im Zeitbereich als AR(2)-Prozeß und im Frequenzbereich als ein *hump-shaped* Spektrum mit Spitzen bei den Frequenzen $2\pi/28$ bis $2\pi/16$ beschreiben läßt (zugrunde gelegt seien Quartalsdaten). Beispielsweise scheitern die meisten RBC Modelle im Versuch diese Schlüsselregularität zu reproduzieren, ebenso einige Modelle mit Geld.³

¹ Siehe zum Beispiel Coleman (1996).

² Siehe Farmer und Guo (1994) oder Hairault und Portier (1993).

³ Siehe Watson (1993), Soderlind (1994), Cogley und Nason (1995) sowie Rotemberg und Woodford (1996).

In der vorliegenden Arbeit soll der Rolle des Arbeitsmarktes in dieser Problematik nachgegangen werden. Unmittelbar verbunden mit der Effizienz des Arbeitsmarktes ist das Phänomen der Arbeitslosigkeit. Lucas (1977, 1978, 1980), Pissarides (1990) und andere haben die Einteilung von Beschäftigungslosigkeit in "freiwillige" und "unfreiwillige" als problematisch und inhaltsleer in Frage gestellt. Arbeitslosigkeit ist stets mit beiden Aspekten verbunden: ist ein promovierter Archäologe unfreiwillig arbeitslos, wenn er es ablehnt eine Anstellung als Tellerwäscher anzunehmen? Ist er freiwillig beschäftigt, wenn er diesen Job annimmt? Das alte keynesianische Konzept eines unfreiwilligen Zustands, in dem Arbeiter zum gegebenen Lohn (Keynes, 1936) ihre Stunden anbieten, jedoch nicht zum Zuge kommen, läßt sich schwerlich mit wichtigen Aspekten des Problems vereinbaren. Anders als viele Güter ist der Faktor Arbeit ausgesprochen heterogen. Die Lage auf dem Arbeitsmarkt beeinflußt über externe Effekte die Evolution der Qualität der geleisteten Arbeitsstunden. Weiterhin besitzt der Lohnsatz sowohl als Instrument der Einkommensverteilung und als Indikator für die Arbeitsproduktivität eine Schlüsselstellung. Die Höhe der durch die Produktionsfaktoren entstehenden Wertschöpfung sowie ihre Verteilung wird möglicherweise auch von Nicht-Marktfaktoren (d.h. Institutionen) mitbeeinflusst.⁴

Die Wichtigkeit des Arbeitsmarktes bei der Erklärung von Konjunkturzyklen war ein Beweggrund, insbesondere zwei Aspekte von Arbeitsmärkten hervorzuheben. Erstens, die nicht-walrasianische Natur des Arbeitsmarktes wird mit Hilfe des *matching* Ansatzes erfaßt, welcher impliziert, daß es Zeit und Ressourcen bedarf, um Arbeiter und Firmen zusammenzuführen. Zweitens soll die mögliche Verbindung von Trend und Zyklus - dem Thema des diesjährigen Wirtschaftswissenschaftlichen Seminars Ottobeuren - vom Standpunkt der endogenen Wachstumstheorie beleuchtet werden. Zu diesem Zweck wird das Verhalten einer Ökonomie mit monopolistischer Konkurrenz und steigenden Skalenerträgen in der Produktion untersucht. Langfristiges endogenes Wachstum ergibt sich aus der Akkumulation von Humankapital, welches durch *learning-by-doing* (siehe Arrow, 1962) vermehrt wird. Dem methodologischen Ansatz der RBC Literatur folgend, wird ein unter der Annahme rationaler Erwartungen formuliertes Modell kalibriert und simuliert. Dieses erlaubt zugleich Trend und Zyklus, sowie mögliche Interaktionen zu erklären.⁵ Als Resultat ergibt sich die Beschäftigung als träge Funktion der gegebenen Zustände der Suchenden und Einstellenden, die Faktorentlohnung kann kurz- bis mittelfristig vom neoklassischen Grenzkostenprinzip abweichen.

Für plausible Regionen des Parameterraumes weist das Modell nichteindeutige rationale Erwartungslösungen auf. Dieses Phänomen hat in den letzten Jahren eine verstärkte Beachtung erhalten, da die damit verbundene Modellklasse (*sunspot equilibria*) Konjunkturzyklen als Folge sich selbsterfüllender Erwartungsänderungen erklären vermag. Es handelt sich in dieser Arbeit um den ersten Versuch diese sogenannte *indeterminacy* Literatur, um eine nichtwalrasianische Arbeitsmarktstruktur zu erweitern. Die Annahmen ermöglichen es, einige wichtige stilisierte Fakten zu reproduzieren, vom persistenten Outputverhalten mit "typical spectral shape" bis hin zum gegenzyklischen Verlauf der Lohn- und der Arbeitslosenquote.⁶

⁴ Siehe Blanchard (1997) für eine Untersuchung internationaler Differenzen in der Dynamik des Arbeitsanteils.

⁵ Christiano und Eichenbaum (1988), Einarsson und Marquis (1994), sowie Evans, Honkapohja und Romer (1998) sind Ausnahmen, die einen ähnlichen Weg bestreiten.

⁶ Das herkömmliche RBC Modell vernachlässigt die Größe Arbeitslosigkeit: Alle Märkte sind jederzeit geräumt. Ferner impliziert die zumeist verwendete Cobb-Douglas Technologie konstante Faktorateile. Siehe jedoch Cardia und Ambler (1993), Gomme und Greenwood (1995), sowie Feve und Langot (1996) für einige Ausnahmen.

Der vorliegende Aufsatz ist wie folgt organisiert. Der sich anschließende Teil beschreibt das Modell, insbesondere werden die mikroökonomischen Entscheidungen auf Ebene der Haushalte und Unternehmen abgeleitet sowie die markträumenden Preise und Mengen bestimmt. Der dritte Teil leitet das langfristige Wachstumsverhalten des Modells. Im vierten Teil wird die kurz- und mittelfristige stochastische Dynamik des Modells untersucht und mit deutschen Daten verglichen. Der abschließende Teil faßt die Arbeit nochmals zusammen.

2. Modell

Das Modell ist ein herkömmliches Ramsey-Wachstumsmodell einer geschlossenen Ökonomie mit Staat. Der Haushaltssektor ist im Besitz aller Produktionsfaktoren und verkauft die Dienstleistungen dieser Faktoren an die Firmen. Firmen stellen ein homogenes Endprodukt her, welches konsumiert oder als Investitionsgüter eingesetzt werden kann. Humankapital wird durch *learning-by-doing* akkumuliert, so daß unterschiedliche Steady-State-Wachstumspfade möglich sind. Unsicherheit im Modell entsteht infolge einer stochastischen Technologie sowie *matching*-Unvollkommenheiten am Arbeitsmarkt. Der existierenden Literatur zufolge wird die Existenz vollkommener Kontingentmärkte unterstellt, die den Agenten eine vollkommene Absicherung gegenüber idiosynkratischem Risiko ermöglichen.⁷

2.1 Arbeitsmarkt

Auf dem Arbeitsmarkt zeichnen sich zwei Abweichungen vom Walrasianischen Paradigma ab. Zunächst führen Such- und Transaktionsexternalitäten zu Quasi-renten, die nach einer *bargaining*-Lösung als Lohn und Gewinn verteilt werden. Demzufolge müssen Marktteilnehmer (Firmen und Haushalte) Teile ihres Zeitbudgets für Suchaktivitäten aufwenden. Zweitens wird Humankapital mit Hilfe einer Technologie mit steigenden Skalenerträgen endogen akkumuliert. Dies erlaubt es generell, einen langfristigen Wachstumsprozeß zu generieren. Humankapital akkumuliert als Nebenprodukt ökonomischer Tätigkeiten, somit ist es für den einzelnen Agenten parametrisch gegeben und für den Agenten seine Einflußnahme darauf nicht erkannt.

2.1.1 Suchprozeß

Wir unterstellen, daß Beschäftigungsänderungen nicht umgehend stattfinden können, vielmehr werden Zeit und Ressourcen benötigt, um Suchende und annoncierte offene Stellen zusammenzuführen (*matchen*). Die aggregierte Beschäftigung L_{t+1} , folge daher

$$L_{t+1} = (1 - \delta_L)L_t + M_t \quad \delta_L \in [0, 1] \quad (1)$$

mit δ_L der exogenen Trennungswahrscheinlichkeit (*separation rate*) und M_t den *job matches*. Wir folgen den Haan, Ramey und Watson (1997) und unterstellen folgende funktionale Form für M_t

⁷ Siehe dazu auch Merz (1995) oder Andolfatto (1996). Dabei handelt es sich selbstverständlich um eine Approximation der Realität. Keinesfalls wird damit behauptet der Zustand Arbeitslosigkeit sei wohlfahrtstheoretisch harmlos. *Moral hazard* Aspekte von Arbeitslosigkeit sind zum Beispiel Kandidaten für *co-insurance*. Auch im Falle von im Gleichgewicht indifferenten Arbeitssuchenden geben Ressourcenkosten der Versicherung allein schon genügend Motivation, das Phänomen als ernstes ökonomisches Problem zu erkennen.

$$M_t = \frac{\Theta S_t V_t}{\left(\eta S_t^{1/\sigma} + (1-\eta) V_t^{1/\sigma}\right)^\sigma} \quad \Theta > 0, \quad \eta \in (0,1) \quad (2)$$

Hierbei sind V_t die ausgeschriebenen Stellen und S_t der Sucheinsatz der Haushalte (gemessen in Zeiteinheiten). Die Konstante Θ soll als Skalierungsfaktor verstanden werden. Jeder Agent und jede Firma ist definitionsgemäß zu klein, um durch eigene Aktionen die aggregierten *matching*-Wahrscheinlichkeiten zu beeinflussen. Die (als gegeben angenommene) Rate, mit der ein suchendes Individuum innerhalb einer Zeiteinheit auf eine vakante Stelle trifft, ist

$$f_t = \frac{M_t}{S_t}. \quad (3)$$

Falls f konstant ist, kann die Inverse auch als durchschnittliche Arbeitslosendauer interpretiert werden. Die entsprechende Rate zu der offene Stellen gefüllt werden ist durch

$$q_t = \frac{M_t}{V_t} \quad (4)$$

gegeben. Die durchschnittliche *steady-state* Dauer einer Vakanz ist demnach gleich $1/q$. Da die Übergangswahrscheinlichkeiten von der aggregierten Anzahl der Händler abhängen, generiert der *matching*-Prozeß *trading externalities*.

Merz (1995), Andolfatto (1996) sowie den Haan, Ramey und Watson (1997) untersuchen ebenfalls die Rolle von friktioneller Arbeitslosigkeit im dynamischen allgemeinen Gleichgewichtsmodell. Die vorliegende Arbeit unterscheidet sich jedoch dahingehend, als die Annahme des vollständigen Wettbewerbs aufgehoben wird und die Möglichkeit nichtfundamentaler Unsicherheit (*sunspots*) in der Erklärung des Konjunkturphänomens betrachtet wird.

2.1.2 Humankapital

Humankapital - definiert als an Menschen gebundenes (*embodied*) Wissen - entwickelt sich im Aggregat als *learning-by-doing* Prozeß. Sein Wachstum ist unbeabsichtigtes Nebenprodukt des Arbeitseinsatzes. Im Sinne von Arrow (1962) wird das verkörperte Wissen umgehend der ganzen Ökonomie zugänglich. Die Übergangsgleichung folgt der Form

$$H_{t+1} = (1 - \delta_H) H_t + \zeta H_t L_t^\gamma \quad \delta_H \in [0,1], \quad \gamma \in [0,1], \quad \zeta > 0 \quad (5)$$

mit H_t dem aggregierten Bestand an Humankapital.⁸ Wir nehmen an, daß Humankapital sich zu einer konstanten Rate δ_H abschreibt. Der zweite Term auf der rechten Seite erfaßt den *learning-by-doing* Effekt. Die lineare Struktur in H_t dient dazu, langfristig positives Wachstum zu erzeugen. Obwohl von einer Modellierung der Ausbildung abgesehen wird,

⁸ Großbuchstaben bedeuten (in der Regel) aggregierte Größen.

kann (5) durchaus mit gängigen Modellen der Arbeitsmarktköonomik in Einklang gebracht werden.⁹

2.2 Präferenzen

Die Ökonomie besteht aus einer Vielzahl identischer Haushalte, die auf eins normiert ist. Jeder Haushalt hat Zugang zu einem vollständigen Markt für *contingent claims*. Die Präferenzen seien folgendermaßen über Sequenzen von Konsum c_t und Freizeit I_t definiert:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, I_t) \quad \beta \in (0,1) \quad (6)$$

β ist der subjektive Diskontfaktor. Hansen (1985) folgend nimmt der momentane Nutzen folgende funktionale Form an:

$$U(c_t, I_t) = \log c_t + A I_t. \quad A > 0. \quad (7)$$

A ist der Grenznutzen von Freizeit. Die Restriktion an die Präferenzen (logarithmischer Konsum) ist erforderlich für einen gleichgewichtigen Wachstumspfad in der Ökonomie. Die Zeitausstattung kann aufgeteilt werden in Freizeit, Arbeit, l_t , und Suchaktivitäten, s_t :

$$1 = I_t + l_t + s_t.$$

Bei dieser Spezifikation wird eine Aufteilung des Zeitbudgets in drei Aktivitäten vorgesehen, und dies stellt eine Innovation in der dynamischen allgemeinen Gleichgewichtstheorie mit Sucharbeitslosigkeit dar. Existierende Modelle definieren Sucharbeitslosigkeit einfacherweise als komplement zur Arbeitszeit.¹⁰

Der Haushalt maximiert seinen Lebensnutzen mit der optimalen Wahl einer Sequenz von Konsum, Arbeit, Freizeit und Kapital unter den Nebenbedingungen

$$(1 - \tau_t)w_t l_t + b_t s_t + r_t k_t = c_t + k_{t+1} - (1 - \delta_K)k_t \quad \delta_K \in (0,1] \quad (8)$$

sowie

$$l_{t+1} = (1 - \delta_L)l_t + f_t s_t \quad \delta_H \in (0,1]. \quad (9)$$

w_t , r_t , k_t , und h_t stehen hierbei für Lohn, Kapitalzins, Kapital und Humankapital. Der Preis des Endproduktes ist auf eins normiert (siehe gleichfalls Teil 2.4.). Kapital schreibt sich zur Rate δ_K ab. Wir folgen dem herkömmlichen Prozedere und erlauben, daß die Haushalte alle idiosynkratischen Einkommensrisiken wegdiversifizieren ("poolen") können und somit das individuelle Risiko der Arbeitslosigkeit auf die Gesamtheit abwälzen. Dadurch ist es möglich, die Lösung mit Hilfe eines repräsentativen Agentenansatzes abzuleiten.¹¹

⁹ Mincer (1962, 72) schreibt "investment in on-the-job training is a very large component of total investment in education in the United States economy."

¹⁰ Siehe zum Beispiel Andolfatto (1996) oder Merz (1995).

¹¹ Siehe auch Danthine und Donaldson (1995). Bis dato besteht kein überzeugender Algorithmus, welcher die genaue Verfolgung von individuell heterogenen Pfaden von Vermögen, Arbeitslosigkeit und anderer Zustände

Es sei der aggregierte Zustand definiert als $\Omega_t \equiv \{K_t, L_t, H_t, Z_t\}$. Die Wertfunktion (*value function*) $v : \mathfrak{R}_+^2 \times \Omega \rightarrow \mathfrak{R}_+$ für das dynamische Programmierungsproblem erfüllt die rekursive funktionale Gleichung

$$v(k_t, l_t; \Omega_t) = \max_{c_t, s_t, l_{t+1}, k_{t+1}} U(c_t, l_t) + \beta E_t v(k_{t+1}, l_{t+1}; \Omega_{t+1}) \quad (10)$$

unter den Nebenbedingungen (8), (9) und den aggregierten Übergangsgleichungen (1) und (5). Die Bedingungen erster Ordnung lauten

$$\frac{1}{c_t} = \lambda_t \quad (11)$$

$$\lambda_t = \beta E_t \lambda_{t+1} (r_{t+1} + 1 - \delta_K) \quad (12)$$

$$\mu_t f_t = A - \lambda_t b_t \quad (13)$$

$$\mu_t = \beta E_t [\lambda_{t+1} (1 - \tau_{t+1}) w_{t+1} - A + (1 - \delta_L) \mu_{t+1}] \quad (14)$$

wobei λ_t und μ_t die Lagrange Multiplikatoren zu den beiden Nebenbedingungen darstellen. Die ersten beiden Gleichungen spiegeln die optimale Sparsequenz des Haushaltes wider. Gleichungen (13) und (14) charakterisieren den optimalen Such- und Arbeitsangebotsplan. Sie erzwingen die Gleichheit von Grenzleid und dem erwarteten Ertrag von gegenwärtiger Suchaktivität, vermindert um Arbeitsgrenzleid sowie den erwarteten entgangenen Suchkosten $E_t \beta (1 - \delta_L) A f_{t+1}^{-1}$.

2.3 Technologie

2.3.1 Endproduktssektor

Die Produktion der Endprodukte erfolgt in zwei Stufen.¹² Monopolistisch kompetitive Firmen produzieren differenzierte Zwischenprodukte $x_{i,t}$. Diese werden als Vorleistung von einem vollständig kompetitiven Sektor zu den Endprodukten verarbeitet. Der Einfachheit halber wird der Arbeitsansatz in diesem Sektor auf Null gesetzt. Firmen in diesem Sektor verwenden die folgende linear homogene Produktionsfunktion

$$Y_t = \left(\int_0^1 x_{i,t}^\sigma di \right)^{1/\sigma} \quad \sigma \in (0, 1). \quad (15)$$

Die Anzahl der Zwischengüter ist fixiert und auf eins normiert. Zumal die Endproduktproduzenten Preisnehmer sind, ergibt sich für jeden eine entsprechende Kostenfunktion als

ermöglicht. Dieser Schritt soll als eine vereinfachende Annahme und keineswegs als Annäherung der Realität gesehen werden.

¹² Die Einbeziehung von Zwischenprodukten ist eine Bekannte in der RBC Literatur seit Long und Plosser (1983) sowie in Farmer und Benhabib (1996) oder Weder (1998).

$$C(Y_t, p_{i,t}) = Y_t \left[\int_0^1 p_{i,t}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} di \right]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \quad (16)$$

wobei $p_{i,t}$ der Preis des Inputs i ist. Jede Firma löst demnach das statische Problem

$$\max_{Y_i} p_t Y_t - C(Y_t, p_{i,t}) . \quad (17)$$

2.3.2 Zwischengütersektor

Im Gegensatz zum Endproduktsektor produziert jedes Unternehmen im Zwischenproduktssektor als Monopolist mit einer Produktionsfunktion mit intern steigenden Skalenerträgen:

$$x_{i,t} = Z_t \left[k_{i,t}^\alpha (H_t l_{i,t})^{1-\alpha} \right]^\theta \quad \alpha \in (0, 1), \theta \geq 1 \quad (18)$$

mit $k_{i,t}$, $l_{i,t}$ Kapital- und Arbeitseinsätze der Firma i . Jeder Monopolist i sieht sich einer Nachfragefunktion mit konstanter Nachfrageelastizität der Form

$$x_{i,t}^D = \left(\frac{p_{i,t}}{p_t} \right)^{\frac{1}{\sigma-1}} Y_t \quad (19)$$

gegenüber, welche aus (16) und (17) abgeleitet werden kann. Die stochastische Komponente der Gesamtfaktorproduktivität entwickle sich exogen nach

$$Z_{t+1} = (1 - \rho_z)Z + \rho_z Z_t + z_{t+1} \quad Z \equiv 1, \rho_z \in (0, 1). \quad (20)$$

z_{t+1} ist i.i.d. mit Erwartungswert Null und Varianz σ_z^2 . Bei der Wahl des optimalen Arbeitseinsatzes nimmt jede Firma den Zustand der Beschäftigung als gegeben an und berücksichtigt, daß freie Stellen nur mit Zeitverzögerungen besetzt werden können. Die Firmen können Vakanzen $v_{i,t}$ zu Einheitskosten a_t ausschreiben. a_t wächst mit konstanter Rate g .

Die Firmen sind im Besitz der Haushalte, deren Ersparnisse die Quelle der *loanable funds* sind, welche die Investitionen ermöglichen. Da es nur ein einziges Endprodukt gibt, müssen die Firmen denselben Abzinsungsfaktor verwenden, welche die Haushalte bei ihren Sparentscheidungen zugrunde legen. Das optimale Sparverhalten impliziere einen *asset pricing kernel*

$$\rho_{t+1} \equiv \beta \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}, \quad (21)$$

der einem um die Entwicklung des Kapitalschattenpreises angepaßten Diskontfaktor gleich ist und der intertemporalen Grenzrate der Substitution entspricht. Im Gleichgewicht ist ρ_{t+1} der für die Firmen gegebene Diskontfaktor.¹³

Das Problem der repräsentativen Firma kann wie folgt beschrieben werden: wähle Sequenzen von Kapaldiendiensten und Stellenausschreibungen (Vakanzen) sowie (zukünftiger) Beschäftigungshöhe, so daß die Summe der erwarteten diskontierten Gewinne maximiert wird.¹⁴ Ähnlich dem Haushalt läßt sich eine Wertfunktion $W: \mathfrak{R}_+ \times \Gamma \rightarrow \mathfrak{R}_+$ definieren. Unter der Annahme, daß ein eindeutiges W existiert, ergibt sich die Lösung als Funktionalgleichung

$$W(l_t; \Omega_t) = \max_{v_{i,t}, k_{i,t+1}, l_{i,t+1}} p_{i,t} y_{i,t} - w_t l_{i,t} - r_t k_{i,t} - a_t v_{i,t} + E_t \rho_{t+1} W(l_{t+1}; \Omega_{t+1}) \quad (22)$$

mit Nebenbedingung (9) und der Übergangsgleichung

$$l_{i,t+1} = (1 - \delta_L) l_{i,t} + q_t v_{i,t}. \quad (23)$$

Optimalität verlangt, daß jede Firma ihren Kapital- und Arbeitseinsatz sowie ihre Vakanzen wie folgt wählt:

$$r_t = \alpha \sigma \theta p_{i,t} y_t k_t^{-1} \quad (24)$$

und

$$\frac{a_t}{q_t} = E_t \rho_{t+1} \left[(1 - \alpha) \sigma \theta p_{i,t} \frac{y_{i,t+1}}{l_{i,t+1}} - w_{t+1} + \frac{a_{t+1}(1 - \delta_L)}{q_{t+1}} \right]. \quad (25)$$

(24) besagt die Gleichheit von Zinssatz und Kapitalertrag. Vakanzen werden so gewählt, daß die Grenzkosten einer Anzeige im Erfolgsfall gleich dem erwarteten Gewinn sowie der entgangenen Suchkosten sind (laut Gleichung 25).

2.4 Staat

In der Modellökonomie nimmt der Staat eine nur einfache Funktion ein: er sorgt für eine Pro-Kopf Umverteilung an die gegenwärtigen Arbeitslosen, indem er kontinuierlich die Lohnsteuer so anpaßt, daß sein Budget jederzeit ausgeglichen ist. Sei τ_t der Steuersatz auf Arbeitseinkommen, dann ergibt sich

$$\tau_t w_t L_t = b_t S_t \quad (26)$$

mit w_t dem Bruttolohn und b_t den Transfers an die Arbeitslosen. Wir nehmen an, daß b_t mit exogener Rate g wächst und somit ein konstantes Verhältnis zum *steady-state* Lohn eingehalten wird.

¹³ Bei Abwesenheit eines repräsentativen Agenten oder kompletter Märkte würden ernsthafte Schwierigkeiten bei der Bestimmung der *criterion function* der Firmen auftreten (siehe Radner, 1974).

¹⁴ Faktorpreise sind als gegeben angesehen.

2.5 Symmetrisches Gleichgewicht

Es sei der Zustand der Ökonomie, Ω_t , definiert als Vektor der aggregierten, vorherbestimmten Variablen und der gegenwärtigen Faktorproduktivität: $\Omega_t = \{K_t, H_t, L_t, Z_t\}$. Dann ist ein Gleichgewicht der Ökonomie eine Menge von Funktionen $\{C(\Omega_t), M(\Omega_t), V(\Omega_t), S(\Omega_t), w(\Omega_t), r(\Omega_t), p(\Omega_t), K(\Omega_t), H(\Omega_t), L_{t+1}(\Omega_t)\}$, die (i) Gewinn- und Wertmaximierung der Firmen, (ii) die Nutzenmaximierung der Haushalte und (iii) Markträumung erfüllen. Der symmetrische Modell Aufbau verbunden mit Markträumung, legt es nahe, daß $K_t = k_t$, $L_t = l_t$, $H_t = h_t$, $C_t = c_t$, $V_t = v_{t,t}$, $\frac{M_t}{V_t} = q_t$ und $\frac{M_t}{S_t} = f_t$ gelten. Im Gleichgewicht folgt aus der Nullgewinnbedingung der Endproduktsfirmen, daß die Preise gleich den Stückkosten sein müssen. Aus

$$1 = \left[\int_0^1 p_{i,t}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} di \right]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$$

ergibt sich demnach $p_{i,t} = p_t = 1$. Der aggregierte Output ist gegeben als

$$Y_t = Z_t [K_t^\alpha (H_t L_t)^{1-\alpha}]^\theta. \quad (27)$$

Das Verhalten der Zwischenproduktunternehmen ist beschrieben als

$$r_t = \alpha \sigma \theta Y_t K_t^{-1} \quad (28)$$

und

$$a_t \frac{V_t}{M_t} = E_t \rho_{t+1} \left[(1-\alpha) \sigma \theta \frac{Y_{t+1}}{L_{t+1}} - w_{t+1} + a_{t+1} (1-\delta_L) \frac{V_{t+1}}{M_{t+1}} \right]. \quad (29)$$

Haushalte erfüllen folgende Gleichungen:

$$\frac{1}{C_t} = \lambda_t \quad (30)$$

$$\lambda_t = \beta E_t \lambda_{t+1} (r_{t+1} + 1 - \delta_K) \quad (31)$$

$$\mu_t \frac{M_t}{S_t} = A \quad (32)$$

und

$$\mu_t = \beta E_t [\lambda_{t+1} (1 + \tau_{t+1}) w_{t+1} + (1 - \delta_L) \mu_{t+1} - A]. \quad (33)$$

Die aggregierten Nebenbedingungen implizieren

$$L_{t+1} = (1 - \delta_L) L_t + M_t \quad (34)$$

$$H_{t+1} = (1 - \delta_H) H_t + \zeta H_t L_t^\gamma \quad (35)$$

$$K_{t+1} = (1 - \delta_K) K_t + I_t \quad (36)$$

und

$$Y_t = C_t + I_t + a_t V_t. \quad (37)$$

Die *matching*-Technologie ist

$$M_t = \frac{\Theta S_t V_t}{(\eta S_t^{1/\varpi} + (1 - \eta) V_t^{1/\varpi})^\varpi}. \quad (38)$$

2.6 Lohnbildung

Um das Modell zu schließen, muß auf die Lohnfindung eingegangen werden. Hierbei ergibt sich die wichtigste Abweichung vom neoklassischen Paradigma. In einem Arbeitsmarkt mit *matching* führt jedes Zusammenführen von Arbeitsplatz und Arbeitnehmer zu einem verteilbaren Überschuß, der zwischen Arbeitnehmer und Arbeitgeber verteilt werden muß. Daher entspricht der Lohn nicht mehr notwendigerweise der Grenzproduktivität bzw. dem Grenzleid der Arbeit. Eine Möglichkeit besteht darin, daß Löhne auf dem Niveau des *match* als Nash-Bargaining-Lösung bestimmt werden. Sei $\xi \in (0,1)$ die Verhandlungsstärke der Firmen, wird im Gleichgewicht der Lohn nach der Regel

$$w_t(1 - \tau_t) = (1 - \tau_t)(1 - \xi) \left[(1 - \alpha) \sigma \theta \frac{Y_t}{L_t} + \frac{a_t V_t}{S_t} \right] + \xi \left[\frac{A - S_t}{U_{C_t}} \right] \quad (39)$$

gewählt. Der (Netto-)Lohnsatz stellt ein gewichtetes Mittel aus (i) der Grenzproduktivität der Arbeit abzüglich Vakanzenkosten pro Einheit Suchintensität und (ii) dem Nettogrenzleid der Arbeit abzüglich Suchkosten, die von dem Arbeitslosen aufgewendet werden müssen, dar.

Die Teilungsregel (39) entspricht derjenigen von Andolfatto (1996) und Merz (1995), die ebenfalls zeigen, daß diese Regel für einen bestimmten Wert von ξ dem Sozialplaneroptimum entsprechen kann; falls der Markt den optimalen Vertrag auf Mikroebene abschließt, kann die dezentrale Lösung die der wohlwollenden Diktatorin reproduzieren. Diese Entsprechung ist allerdings nur dann möglich in Ökonomien, für welche eine exakte Korrespondenz zwischen Optimum und Marktlösung existiert. Dieses kann im allgemeinen nicht gewährleistet werden und daher werden Abweichungen vom Optimum die Regel sein.¹⁵ Es wird in diesem Papier als Ergebnis von Arbeitsmarktinstitutionen betrachtet werden, daß eine exzessive Verhandlungsmacht der einen oder der anderen Seite des *bargains*

¹⁵ Zu beachten ist darüber hinaus, daß durch die Existenz weiterer Abweichungen von der Annahme perfekter Märkte, Andolfattos und Merz' Argumentation hier nicht anwendbar ist.

zugesprochen wird. Suboptimale Gleichgewichte entstehen, da keine Teilnehmer dafür Sorge trägt, daß die Grenzproduktivität von Arbeit den "sozialen" Kosten gleichgesetzt wird. Die Wirtschaftssubjekte tragen ihren externen Effekten am Arbeitsmarkt nicht Rechnung (Hosios, 1990).

3. Dynamik

3.1 Gleichgewichtiger Wachstumspfad

Eine Untersuchung der stochastischen Eigenschaften des Modells setzt die Herleitung des gleichgewichtigen Wachstumspfades voraus. Dieser Pfad wird gekennzeichnet durch

$$\frac{Y_{t+1}}{Y_t} = \frac{K_{t+1}}{K_t} = \left(\frac{H_{t+1}}{H_t} \right)^{\frac{(1-a)\theta}{1-a\theta}} \equiv g \quad (40)$$

wobei die endogene Wachstumsrate durch

$$\frac{H_{t+1}}{H_t} = 1 - \delta_H + \zeta L_t^\gamma \quad (41)$$

bestimmt wird. Langfristig positives Wirtschaftswachstum bedeutet im Modell, daß im steady state $\zeta L^\gamma > \delta_H$ gelten muß. Der Motor des *steady state* Wachstums ist die Humankapitalakkumulation. K_t , C_t , Y_t , I_t , w_t wachsen zu gemeinsamer Rate $g - 1$, wobei der Arbeitseinsatz und die für Suche eingesetzte Zeit konstant bleiben. Physisches Kapital wächst zu einer höheren Rate als Humankapital, was im Modell nur bei steigenden Skalenerträgen ($\theta > 1$) möglich ist (siehe zu den stilisierten Fakten Einarsson und Marquis, 1994).

3.2 Die transformierte Ökonomie und deren steady state

Um alle Modellvariablen in eine stationäre Form zu überführen, werden die relevanten Variablen mit g^t deflatiert. Es ergeben sich die folgenden Definitionen:

$$\tilde{Y}_t \equiv \frac{Y_t}{g^t}, \quad \tilde{I}_t \equiv \frac{I_t}{g^t}, \quad \tilde{C}_t \equiv \frac{C_t}{g^t}, \quad \tilde{H}_t \equiv \frac{h_t}{g^{t/\psi}} \text{ etc.}$$

mit $\psi \equiv \frac{(1-a)\theta}{1-a\theta}$.

Der *steady state* dieser so transformierten Ökonomie gestaltet sich wie folgt. Aus der Humankapitalgleichung (40) muß gelten

$$g^{1/\psi} = (1 - \delta_H) + \zeta L^\gamma, \quad (42)$$

so daß für einen gegebenen Beschäftigungsgrad die Parameter γ und ζ die endogene Wachstumsrate bestimmen. Der Kapitalkoeffizient ist implizit determiniert durch

$$g = \beta \left(\alpha \sigma \theta \frac{\tilde{Y}}{\tilde{K}} + 1 - \delta_K \right) \quad (43)$$

Die Investitionsrate ergibt sich als

$$\frac{\tilde{I}}{\tilde{K}} = g - 1 + \delta_K. \quad (44)$$

Für einen *steady state* auf dem Arbeitsmarkt müssen Jobseparationen und neue *matches* gleich sind, somit gilt:

$$\delta_L L = M. \quad (45)$$

Entlang des *steady state* Wachstumspfad implizieren die verbleibenden Optimalitätsbedingungen

$$\mu = \frac{S}{M} A - \frac{\tilde{b}}{\tilde{C}} \quad (46)$$

$$\mu(1 - \beta(1 - \delta_L)) = \beta \left(\frac{\tilde{w}}{\tilde{C}} - A \right) \quad (47)$$

und

$$\frac{\tilde{a}}{\tilde{Y}} \frac{V}{M} = \beta \left[\frac{(1 - a)\sigma\theta}{L} - \frac{\tilde{w}}{\tilde{Y}} + \frac{\tilde{a}}{\tilde{Y}} (1 - \delta_L) \frac{V}{M} \right]. \quad (48)$$

Der Lohnfindungsprozeß genügt ferner

$$\frac{\tilde{w}}{\tilde{Y}} = (1 - \xi) \left[\frac{(1 - \alpha)\sigma\theta}{L} + \frac{\tilde{a}}{\tilde{Y}} \frac{V}{S} \right] + \xi [A - S] \frac{\tilde{C}}{\tilde{Y}} \quad (49)$$

und die fundamentale Sozialproduktidentität reduziert sich zu

$$\frac{\tilde{C}}{\tilde{Y}} = \frac{\tilde{K}}{\tilde{Y}} \left(\frac{\tilde{Y}}{\tilde{K}} - \frac{\tilde{I}}{\tilde{K}} \right) - \frac{\tilde{a}V}{\tilde{Y}}. \quad (50)$$

Schlußendlich ist die *matching* Technologie als

$$M = \frac{\Theta S V}{(\eta S^{1/\varpi} + (1 - \eta) \mathcal{W}^{1/\varpi})^\varpi} \quad (51)$$

gegeben (aus 37). Vorhergehende Gleichungen lassen die folgenden fünf Variablen bzw. Raten unbestimmt: $\tilde{a} V / \tilde{Y}$, A , μ , \tilde{w} / \tilde{Y} und \tilde{C} / \tilde{Y} . Die eindeutige Lösung dieser erfolgt mit Hilfe der ebenfalls fünf Gleichungen (45) bis (49).

Die vorangehenden Gleichungen (42) bis (50) können herangezogen werden, um folgende komparativ-statische Ergebnisse abzuleiten:

$$\frac{dg}{d\Theta} > 0, \frac{dg}{d\delta_H} < 0, \frac{dg}{d\delta_K} < 0, \frac{dg}{d\gamma} > 0, \frac{dg}{d\zeta} > 0, \frac{dg}{d\xi} < 0,$$

$$\frac{dg}{da} < 0, \frac{dg}{d\beta} < 0, \frac{dg}{d\theta} > 0, \text{ und } \frac{dg}{d(b/w)} < 0.$$

Prinzipiell implizieren diese für den Effekt des Arbeitsmarktes auf die Wachstumsrate der Ökonomie, daß jede institutionale Rahmenbedingung (oder Politikmaßnahme - beide instrumentalisiert durch Θ , b/w oder indirekt durch ξ), welche den *matching* Prozeß beeinträchtigt, die gleichgewichtige Beschäftigungshöhe, somit die Akkumulation von Humankapital und folglich das Wachstum reduziert.

3.3 Rationale Erwartungslösung

3.3.1 Lösungsmethode

Wie die meisten RBC Modelle läßt sich das formulierte Modell nicht analytisch lösen. Nach King, Plosser und Rebelo (1988) wird es um den gleichgewichtigen Wachstumspfad loglinearisiert. Definieren wir die prozentuale Abweichung einer Variablen vom *steady state* mit \hat{X}_t , ergibt sich die rationale Erwartungslösung als stochastische Matrixdifferenzengleichung:

$$\begin{bmatrix} \hat{S}_{t+1} \\ \hat{\mu}_{t+1} \\ \hat{\lambda}_{t+1} \\ \hat{L}_{t+1} \\ \hat{H}_{t+1} \\ \hat{K}_{t+1} \\ \hat{Z}_{t+1} \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} \hat{S}_t \\ \hat{\mu}_t \\ \hat{\lambda}_t \\ \hat{L}_t \\ \hat{H}_t \\ \hat{K}_t \\ \hat{Z}_t \end{bmatrix} + R \begin{bmatrix} E_t \hat{S}_{t+1} - \hat{S}_{t+1} \\ E_t \hat{\mu}_{t+1} - \hat{\mu}_{t+1} \\ E_t \hat{\lambda}_{t+1} - \hat{\lambda}_{t+1} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ z_{t+1} \end{bmatrix} \quad (52)$$

Hierbei beachten wir, daß es sich bei \hat{S} , $\hat{\lambda}$ und $\hat{\mu}$ um endogene und zum Zeitpunkt t nichtvorherbestimmte Variablen handelt. Die Matrix \mathbf{M} ist 7×7 . Die Präsenz von unvollständigen Märkten und Externalitäten erlaubt es uns nicht, das Modell als sog. Sozialplanerproblem zu lösen. Darüberhinaus können die Arrow-Debreu Wohlfahrtstheoreme nicht herangezogen werden, um irreguläre rationale Erwartungslösungen auszuschließen. Insbesondere treten diese auf, falls die Matrix \mathbf{M} über mehr als vier Eigenwerte innerhalb des Einheitskreises verfügt. Solche dynamischen Systeme implizieren Nichdeterminiertheit (*indeterminacy*) der rationalen Erwartungen, so daß gleichgewichtige Fluktuationen existieren können, welche ausschließlich auf Grund von nichtfundamentalen Erwartungsänderungen hervorgerufen werden. Diese sogenannten *sunspot equilibria* sind vollkommen vereinbar mit der Annahme individuell rationalen Verhaltens - es ist vollkommen rational, sich bei der Entscheidungsbildung an nichtfundamentalen Signalen zu orientieren. Rationale

Erwartungsmodelle mit Nichtdeterminiertheit stellen eine plausible Interpretation des Keyneschen Konzepts von *animal spirits* in einem Gleichgewichtsmodell dar.¹⁶

3.3.2 Kalibrierung

Dieser Teil der Arbeit behandelt die Parameterspezifikation des Modells (*calibration*). Diese werden so gewählt, daß langfristig konstante Verhältnisse für Nachkriegsdeutschland reproduziert werden. Es handelt sich hierbei um das Standardvorgehen in der dynamischen allgemeinen Gleichgewichtsliteratur. Die fundamentale Zeiteinheit sei ein Quartal.

Der repräsentative Agent verbringe auf dem gleichgewichtigen (nichtstochastischen) Wachstumspfad 20 Prozent seines Zeitbudgets mit Arbeit. Die gleichgewichtige Arbeitslosenrate sei gleich 7.5 Prozent, was ein S von 0.016 impliziert. $\delta_L = 0.081$, wie in der Arbeit von Merz (1995). Wir setzen $\delta_H = 0.05$ folgend den Resultaten in Mincer und Ofek (1982). Wir unterstellen ein $\varpi = 0.78$, welches der gleiche Wert wie in den Haan, Ramey und Watson (1997) ist. Der Skalierungsfaktor Θ wird gesetzt, so daß das Verhältnis von Arbeitslosen zu offenen Stellen gleich zwei ist. Ferner wird $\eta = 0.50$ gesetzt. Die Parameter ζ und γ sind voneinander abhängig, indem nur Werte zulässig sind, für die sich die Ökonomie auf dem gleichgewichtigen Wachstumspfad befindet.¹⁷ Der *steady state* Steuersatz τ wird so gewählt, daß die Lohnersatzquote 65 Prozent des *steady state* Lohnes beträgt. Die verbleibenden Parameter (α , β , g und δ_K) nehmen Werte wie im Standard-RBC Modell an (siehe z.B. Cooley und Prescott, 1995).

Tabelle 1: Kalibrierung	
Parameter	Werte
α	0.30
β	0.987
θ	$1/\sigma$
S	0.016
η	0.50
δ_K	0.025
δ_H	0.0125
δ_L	0.081
g	1.0039
ϖ	0.78
b/w	0.65
L	0.20

Aufgrund mangelnder Evidenz von signifikanten reinen Gewinnen (*economic profits*) unterstellen wir $\theta = 1/\sigma$. Die noch nicht kalibrierten Parameter werden im folgenden Teil betrachtet. Die Kalibrierung impliziert ein Kapital-Output-Verhältnis von 7.5, einen Konsumanteil von 75 Prozent und einen Wert für $\tilde{a} V / \tilde{Y}$ von nahe null.

¹⁶ Siehe Farmer (1993), Farmer und Guo (1994) oder Benhabib und Farmer (1998) für extensive Diskussionen dieser Modelle.

¹⁷ Analytisch überträgt sich diese Bedingung darin, daß ein Eigenwert der Matrix \mathbf{M} exakt eins sein muß.

3.3.3 Nichtdeterminiertheit

Bisher sind die Parameter θ , b/w und ξ nicht numerisch festgelegt worden. Es ist unsere Strategie nunmehr die qualitativen Eigenschaften des Modells für verschiedene Kombinationen dieser Parameter zu bestimmen. Insbesondere sollen Situationen gesucht werden, in denen das Modell nichtdeterminiert ist.

Graphik 1 ungefähr hier

Sei θ^{\min} der minimale Betrag steigender Skalenerträge, welche für Nichtdeterminiertheit notwendig sind. Graphik 1 zeigt Kombinationen von b/w und θ^{\min} , welche mit Nichtdeterminiertheit vereinbar sind. Wir setzen hierbei den Lohnteilungsparameter ξ gleich 0.50. Es zeigt sich, daß b/w und θ^{\min} negativ voneinander abhängen: es bedarf geringerer steigender Skalenerträge mit einer höheren *replacement ratio* b/w (und implizit höheren Steuersätzen). Selbst im Fall ohne Steuern fallen die notwendigen Skalenerträge mit $\theta^{\min} \approx 1.24$ um die Hälfte niedriger aus, als im analogen Modell mit einem neoklassischen Arbeitsmarkt.¹⁸ Werden Steuerverzerrungen berücksichtigt, sind Skalenerträge zum Teil für dieses Ergebnis unnötig. Für Werte von b/w um 40 Prozent (ein Betrag signifikant niedriger als derzeit in Deutschland) bedarf es keiner steigenden Skalenerträge, um Nichtdeterminiertheit zu erhalten: die Einführung eines selbstfinanzierten Steuersystems genügt. Andererseits fällt $\theta^{\min} \approx 1.10$ durchaus in einen realistischen Bereich: das Modell generiert irreguläre Gleichgewichte bei durchgehend realistischen Parameterkonstellationen.

Die ökonomische Intuition für dieses Ergebnis kann wie folgt gegeben werden: nehmen wir an, die Wirtschaftssubjekte erwarten eine höhere zukünftige Kapitalverzinsung. Folglich investieren sie verstärkt in physisches Kapital. Unter normalen Annahmen bezüglich der Produktionsfunktion impliziert eine höhere Investitionsrate jedoch einen höheren Kapitalstock aber auch einen niedrigeren Grenzertrag in der Zukunft. Unter diesen Annahmen kann es sich folglich nicht um ein rationales Erwartungsgleichgewicht handeln. Im vorliegenden Modell ermöglichen jedoch *learning-by-doing*, steigende Skalenerträge und *matching* diesen Zusammenhang. Output steigt, somit als Nebenprodukt die Humankapitalakkumulation und damit die Gesamtproduktivität der Produktionsfaktoren: die optimistischen Erwartungen sind selbsterfüllend. Einer ähnlichen Intuition unterliegt der Steuereffekt: als Ursache des ausgeglichenen Staatsbudgets sind Steuersätze gegenzyklisch: der gleichgewichtige Nettoertrag von Arbeit ist prozyklisch.¹⁹ Erwartungsänderungen sind wiederum selbsterfüllend.

4. Momente

4.1 Populationsmomente

Tabelle 2 präsentiert stilisierte Fakten des (west-)deutschen Konjunkturzyklus'. Wie für eine Reihe von OECD Ländern finden wir die bekannten Fakten: Konsum ist glatter verglichen mit dem BIP (jedoch mit ihm nicht hoch korreliert). Investitionen weisen eine höhere

¹⁸ Siehe im Vergleich das Einsektorenwachstumsmodell von Benhabib und Farmer (1994), in dem Skalenerträge >1.50 erforderlich sind.

¹⁹ Dieser Laffer-curve-Zusammenhang wurde zuerst von Schmitt-Grohé und Uribe (1998) untersucht.

Volatilität aus. Persistenz bzw. Trägheit bezieht sich auf das Faktum, daß die Outputwachstumsrate über mehrere Quartale positiv autokorreliert ist: wächst eine Ökonomie überdurchschnittlich, tut sie das auch in den nächsten Quartalen. Das deutsche BIP-Wachstum weist einen AR1 Koeffizienten von 0.25 auf, mit signifikant positiver Autokorrelation bis zum *lag* drei.²⁰

Tabelle 2: Konjunkturstatistiken Deutschland			
Quartalsdaten, 1970:I-1994:IV, Wachstumsraten			
Variable	Rel. Vol. σ_X/σ_Y	$\sigma_{X,Y}$	AR 1 ρ_X
<i>Y</i>	1.00	1.00	0.25
<i>C</i>	0.98	0.58	0.66
<i>I</i>	2.43	0.59	0.74
<i>L</i>	0.48	0.11	0.34
<i>U</i>	11.08	-0.56	0.37
<i>LQ</i>	5.18	-0.21	0.95

4.2 Modellmomente

Die Dynamik des Plosser and Rebelo (1988) *baseline* Real Business Cycle Modells mit hochpersistenten Technologieschocks wird in den Tabellen 3 bis 5 zusammengefaßt. Obwohl das Modell partiell erfolgreich ist, verfehlt es die Reproduktion von Persistenz fundamental: die Autokorrelation von Outputwachstum ist gleich null und weist somit keine Ähnlichkeit zu deutschen (und auch US-amerikanischen) Daten auf.

Tabelle 3: Relative Volatilität				
Variable	D	RBC	Sunspots	Sunspots & Tech
<i>C</i>	0.98	0.52	0.40	0.38
<i>I</i>	2.43	2.17	5.45	4.80
<i>L</i>	0.48	0.40	1.13	1.07
<i>U</i>	11.08	n.a.	19.70	14.51
<i>LQ</i>	5.18	0.00	2.26	1.90

Tabelle 4: Kreuzkorrelation				
Variable	D	RBC	Sunspots	Sunspots & Tech
<i>C</i>	0.58	0.98	0.14	0.27
<i>I</i>	0.59	0.99	0.93	0.97
<i>L</i>	0.11	0.98	0.99	0.68
<i>U</i>	-0.56	n.a.	-0.20	-0.27
<i>LQ</i>	-0.21	0.00	-0.24	-0.50

²⁰ In Tabellen 2 bis 5 bedeutet *LQ* den Lohnanteil.

Tabelle 5: Autokorrelation				
Variable	D	RBC	Sunspots	Sunspots & Tech
Y	0.25	0.02	0.48	0.38
C	0.66	0.13	0.02	0.15
I	0.74	-0.01	0.56	0.45
L	0.34	0.02	0.52	0.53
U	0.37	n.a.	0.93	0.89
LQ	0.95	1.00	0.90	0.59

Nunmehr soll eine Version des hier vorgestellten Modells gegenübergestellt werden. Für den Arbeitsmarkt sei angenommen, daß die Firmen eine gering höhere Verhandlungsmacht besitzen $\xi = 0.75^{21}$, die Skalenerträge seien 1.25 und die einzige Schockvariable sind *sunspots*. Das Modell generiert einen realistischen Grad an Persistenz. Das Verhalten auf dem Arbeitsmarkt ist durchaus vereinbar mit den genannten Daten: der Einkommensanteil von Arbeit ist gegenzyklisch und persistent. Andererseits ist der Konsum nur schwach prozyklisch. Es handelt sich hierbei um ein bekanntes Problem nachfrageinduzierter Gleichgewichtsmodelle. Deshalb soll im folgenden das Modell um Technologieschocks erweitert werden, wobei letztere einen genügend starken Vermögenseffekt induzieren sollten, das Konsumverhalten in realistischere Regionen zu führen. Wir setzen $\rho_z = 0$, so daß die totale Faktorproduktivität einem *white noise* Prozeß folgt. Das simultane Auftreten von Nachfrage- und Angebotsschocks ist hilfreich, einige verbleibende Probleme des gewiß noch nicht ganz ausgereiften Modells zu bereinigen. Es sollte nicht unerwähnt bleiben, daß alle Persistenz ausschließlich vom modellendogenen Übertragungsmechanismus (*propagation mechanism*) herrühren muß, da beide Schocks *white noise* sind. Dies steht im Gegensatz zu den meisten RBC Versionen, welche in aller Regel stark autokorrelierte Technologieschocks unterstellen müssen, um eine ähnliche Dynamik zu erzeugen.

4.3 Impuls-Antwort Dynamik und Autokorrelationsfunktion

Wie in Tabelle 5 gesehen, verfügt das Modell über realistische Persistenzeigenschaften. Um dies weiter zu verdeutlichen, sollen die folgenden Untersuchungen des Outputverhaltens bei transitorischen Schocks dienen.

Graphik 2 ungefähr hier

Graphik 2 gibt den Pfad der Ökonomie wider, nachdem sie von einem einmaligen *animal spirits* Schock aus dem gleichgewichtigen Zustand gebracht wurde.²² Zunächst ist zu betrachten, daß, da alle Inputfaktoren vorherbestimmt sind, der Outputeffekt in der Impaktperiode gleich null ist. Ab $t = 2$ beginnt jedoch ein Anstieg der Produktion mit zunächst zunehmenden Raten: wir sehen eine *hump shaped* Impuls-Antwort-Funktion. Das 'normale' Niveau wird nach circa 20 Quartalen wieder erreicht. Wie läßt sich dieses Ergebnis erklären? Zunächst ist der *initial impact* durch die Präsenz der Skalenerträge verstärkt.

²¹ Siehe dazu auch Feve und Langot (1996).

²² Insbesondere ist die prozentuale Abweichung vom *steady state* dargestellt. Bei dem Modell handelt es sich um die gleiche Version wie in der vorhergehenden Analyse.

Zweitens operieren die Arbeitsmarktfriktionen ähnlich wie Anpassungskosten: jeder Schockeffekt wird über eine gewisse Anzahl von Perioden verteilt. Letztlich führt der vermehrte Einsatz von Arbeit zu einer endogenen Humankapitalerweiterung, welche die Produktivität über eine lange Zeit über dem gleichgewichtigen Zustand hält.

Cogley und Nason (1995) zeigen für mehrere RBC Modelle, daß deren Autokorrelationsfunktion von Outputwachstum letztendlich nicht von der Nullgeraden abweicht, mithin die Modelle keine Persistenz besitzen. Dies steht im starken Gegensatz zu den Daten, welche signifikante positive serielle Korrelationen vom ersten bis dritten *lag* aufweisen. Graphik 3 plottet die Autokorrelationsfunktion bis zum *lag* sechs für unser Modell mit *sunspot* Schocks sowie für deutsche Daten. Das Modelloutputwachstum ist autokorreliert. Die vorhergesagte Persistenz zum *lag* eins ist marginal zu hoch. Letztendlich befindet sich die Modell-Autokorrelationsfunktion aber innerhalb des Konfidenzintervalls.

Graphik 3 ungefähr hier.

4.4 Spektrum

Abschließend soll die allgemeine Fähigkeit des Modells untersucht werden, die Aufteilung der Varianz in den Daten über die Frequenzen zu reproduzieren. Dies läßt sich mit Hilfe des Spektrums verdeutlichen. Beide Versionen des Modells können den typischen Verlauf für die Outputwachstumsraten relativ gut reproduzieren: Graphik 4 weist in der Tat einen deutlich ausgeprägten *peak* bei den Frequenzen auf, die typischerweise mit Konjunkturzyklen verbunden werden.

Graphik 4 ungefähr hier.

Zusammenfassend kann geschlußfolgert werden, daß das vorgestellte Modell einen ausgeprägten internen Übertragungsmechanismus enthält. In dieser Hinsicht ist es den meisten existierenden RBC-Theorien überlegen. Bemerkenswerterweise, wie hier nicht genauer betrachtete vorläufige Ergebnisse uns zeigen, ist dieses Ergebnis prinzipiell von der Arbeitsmarktstruktur sowie von den Skalenerträgen in der Produktion abhängig. Der Einfluß des endogenen Wachstumsteils des Modells ist zumindest bei Konjunkturfrequenzen nicht stark ausgeprägt.

5. Zusammenfassung

Das hier untersuchte dynamische allgemeine Gleichgewichtsmodell stellt eine Modellklasse dar, die Konjunkturzyklen ohne Hilfe von Technologieschocks generieren kann, sondern durch endogene, sich selbsterfüllende Erwartungsänderungen (*animal spirits*). Die dazu nötige Nichtdeterminiertheit kann in dem Modell mit Sucharbeitslosigkeit bei relativ geringen Graden von Marktunvollkommenheiten auftreten. Diese sind mithin weit geringer als in den meisten existierenden Einsektorenmodellen. Das Ergebnis ist von nicht unbedeutender Relevanz, da die *indeterminacy* Modellklasse in den letzten Jahren wegen unplausibler zugrundeliegender Skalenerträge verstärkt in die Kritik geraten ist. Wenn es auch im hier vorgestellten Modell nicht unerheblicher Abweichungen vom Fall konstanter Skalenerträge bedarf, sind diese doch nahe der Größenordnungen, welche als realistisch unterstellt werden

können. Ferner sollte eine Umformulierung in ein Mehrsektorenmodell es ermöglichen, die notwendigen Skalenerträge weiter zu reduzieren.

Insbesondere beim gleichzeitigen Auftreten von *animal spirits* und Technologieschocks kann das Modell stilisierte Konjunkturfakten teilweise besser wiedergeben als herkömmliche RBC-Modelle. Insbesondere im Hinblick auf Outputpersistenz ist unser Modell sogar überlegen. RBC-Modellen gelingt es in der Regel nie, die Trägheit von Outputs zu reproduzieren. Es handelt sich hierbei um ein bekanntes Problem innerhalb des Ansatzes der dynamischen allgemeinen Gleichgewichtstheorie. Im vorliegenden Modell ist die Rolle von endogenem Wachstum nicht erkennbar, diese Trägheit zu generieren. So kann letztendlich das endogene Wachstum vernachlässigt werden, ohne daß die Zeitreiheneigenschaften wesentlich beeinträchtigt werden. Es erscheinen vielmehr die steigenden Skalenerträge sowie die impliziten Anpassungskosten auf dem Arbeitsmarkt als Grund für die Outputpersistenz des Modells.

Die hier präsentierten Ergebnisse sollten als ein erster Versuch gewertet werden, die *indeterminacy* Literatur um unvollkommene Arbeitsmärkte zu erweitern. Es ist Meinung der Autoren, daß im Bereich der noch nicht hinreichend durchleuchteten Aspekte weitergeforscht werden sollte.

Literatur

Andolfatto, David (1996): "Business Cycles and Labor Market Search", *American Economic Review* 86, 112-132.

Arrow, Kenneth J. (1962): "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies* 29, 155-173.

Benhabib, Jess and Roger E. A. Farmer (1994): "Indeterminacy and Increasing Returns", *Journal of Economic Theory* 63, 19-41.

Benhabib, Jess and Roger E. A. Farmer (1996): "Indeterminacy and Sector-Specific Externalities", *Journal of Monetary Economics* 37, 397-419.

Benhabib, Jess and Roger E. A. Farmer (1998): "Indeterminacy and Sunspots in Macroeconomics", in John B. Taylor and Michael Woodford (eds.) *Handbook of Macroeconomics*, (im Erscheinen).

Benhabib, Jess and Roberto Perli (1994): "Uniqueness and Indeterminacy: Transitional Dynamics in a Model of Endogenous Growth", *Journal of Economic Theory* 63, 113-142.

Blanchard, Olivier J. (1997) "The Medium Term" *Brookings Papers on Economic Activity*, 89-158.

Blanchard, Olivier J. and Peter Diamond (1989): "The Cyclical Behavior of the Gross Flows of U.S. Workers", *Brookings Papers on Economic Activity*, 85-143.

Burnside, Craig and Sergio T. Rebelo (1996): "Factor-Hoarding and the Propagation of Business-Cycle Shocks", *American Economic Review* 86, 1154-1174.

Cardia, Emanuela and Steve Ambler (1993): "The Cyclical Behavior of Wages and Profits under Imperfect Competition", Université du Québec à Montréal, Cahier de Recherche \#18.

Christiano, Lawrence J. and Martin Eichenbaum (1988): "Human Capital, Endogenous Growth and Aggregate Fluctuations", Federal Reserve Bank of Minneapolis, Research Department Working Paper #430.

Cogley, Timothy and James M. Nason (1995): "Output Dynamics in Real-Business-Cycle Models", *American Economic Review* 85, 492-511.

Cole, Harold L. and Richard Rogerson (1996): "Can the Mortenson-Pissarides Matching Model Match Business Cycle Facts?", Federal Reserve Bank of Minneapolis, Research Department Staff Report #224.

Coleman, Wilbur J. II. (1996): "Money and Output: A Test of Reverse Causality", *American Economic Review* 86, 90-111.

Cooley, Thomas F. and Edward C. Prescott (1995): "Economic Growth and Business Cycles", in Cooley, Thomas F. (ed.), *Frontiers in Business Cycle Research*, Princeton University Press, Princeton, 1-38.

Danthine, Jean-Pierre and John B. Donaldson (1995): "Non-Walrasian Economies", in Cooley, Thomas F. (ed.), *Frontiers in Business Cycle Research*, Princeton University Press, Princeton, 217-242.

Den Haan, Wouter J., Garey Ramey and Joel Watson (1997): "Job Destruction and Propagation of Shocks", Department of Economics University of California, Discussion Paper \#97-23.

Einarsson, Tor and Milton H. Marquis (1994): "An RBC Model with Growth: The Role of Human Capital", Department of Economics University of Iceland, mimeo.

Evans, George W., Seppo Honkapohja and Paul Romer (1998): "Growth Cycles", *American Economic Review* 88, 495-515.

Farmer, Roger E. A. (1993): *The Macroeconomics of Self-Fulfilling Prophecies*, MIT Press, Cambridge.

Farmer, Roger E. A. and Jang-Ting Guo (1994): "Real Business Cycles and the Animal Spirits Hypothesis", *Journal of Economic Theory* 63, 42-73.

Fève, Patrick and François Langot (1996): "Unemployment and the Business Cycle in a Small Open Economy: GMM Estimation and Testing French Data", *Journal of Economic Dynamics and Control* 20, 1609-1640.

Gomme, Paul and Jeremy Greenwood (1995): "On the Cyclical Allocation of Risk", *Journal of Economic Dynamics and Control* 19, 91-124.

Hansen, Gary D. (1985): "Indivisible Labor and the Business Cycle", *Journal of Monetary Economics* 16, 309-328.

Hosios, A. (1990) "On the Efficiency of Matching and Related Models of Search and Unemployment," *Review of Economic Studies* 57:279-298.

King, Robert G., Charles I. Plosser and Sergio T. Rebelo (1988): "Production, Growth and Business Cycles II: New Directions", *Journal of Monetary Economics* 21, 309-341.

Lucas, Robert E. Jr. (1977) "Understanding Business Cycles" in K. Brunner and A. Meltzer (eds.): *Stabilization of the Domestic and International Economy*, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, 2, North-Holland: Elsevier, 1-23.

Lucas, Robert E. Jr. (1978) "Unemployment Policy" *American Economic Review Papers and Proceedings* 68 (May): 353-357.

Lucas, Robert E. Jr., (1980) "Methods and Problems in Business Cycle Theory," *Journal of Money Credit and Banking* 12: 696-715.

Lucas, Robert E. Jr. (1988): "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics* 22, 3-42.

Mincer, Jacob and Haim Ofek (1982): "Interrupted Work Careers: Depreciation and Restoration of Human Capital", *Journal of Human Resources* 17, 13-24.

Mincer, Jacob (1962): "On-the-Job Training: Costs, Returns, and some Implications", *Journal of Political Economy* 70, 50-79.

Merz, Monika (1995): "Search in the Labor Market and Real Business Cycles", *Journal of Monetary Economics* 36, 269-300.

Pissarides, Christopher A. (1990): *Equilibrium Unemployment*, Basil Blackwell, Oxford.

Radner, Roy (1974): "A Note on Unanimity of Shareholders' Preferences Among Alternative Production Plans: A Reformulation of the Ekern-Wilson Model", *Bell Journal of Economics* 5, 181-184.

Schmitt-Grohé, Stephanie and Martin Uribe (1997): "Balanced Budget Rules, Distortionary Taxes, and Aggregate Instability", *Journal of Political Economy* 105, 976-1000.

Watson, Mark (1993): "Measures of Fit for Calibrated Models", *Journal of Political Economy* 101, 1011-1041.

Weder, Mark (1998): "Fickle Consumers, Durable Goods and Business Cycles", *Journal of Economic Theory* 81, 37-57.

Weder, Mark (1998): "Can Habit Formation Solve the Consumption Anomaly in Two Sector Growth Models?", Humboldt University Berlin, mimeo.